인공경량골재를 이용한 철도 흡음블록의 흡음특성에 관한 연구

A Study on the Sound Absorption Properties of Sound Absorption Block using by Artificial Light Weight Aggregate

강덕만* 서재원** 이인용*** 박용걸****

Kang, Duck-Man Seo, Jae-Won Lee, In-Yong Park, Yong-Gul

ABSTRACT

This study is designed to manufacture the upgraded sound absorption concrete by using foamed concrete by using artificial light weight aggregate which raises the continuous void ratio to increase the sound absorption ratio and improve the strength. In manufacturing the sound absorption block, the pre-foaming form is applied to generate continuous voids, controlling the density by the addition of bubbles. It is general that the more porosity creates, the weaker strength becomes. Each of specimens are used for this experiment and measured their absorption ratio to examine the absorption property depending on frequency. As a results of experiment, it is evaluated that the absorption capacity of the sound absorption block has relation to compression strength and surface shape.

key word : artificial light weight aggregate(인공경량골재), sound absorption block(흡음블록), compression strength(압축강도), surface shape(표면형상)

1. 서 론

콘크리트 궤도구조는 유지보수가 거의 필요 없고 반영구적인 장점으로 근래 대부분의 도시철도 및 고속철도에서 적용하고 있다. 그러나 이와 같은 많은 장점에도 불구하고, 발생한 소음의 반사특성으로 인해 자갈궤도에 비하여 소음레벨이 3dB(A)이상 증가함에 따라 이용 시민들로부터 민원 등이 제기되고 있으며 이러한 소음증가 원인은 다수의 연구 및 측정결과로 밝혀진바 있다. 이에 독일 등의 경우, 콘크리트궤도에서 소음저감을 위한 방안의 하나로서 슬래브 궤도상부에 설치하는 흡음블록을 개발하여 시공하였으며 3dB(A)이상의 소음저감을 달성한 것으로 보고되고 있다.

최근 국내에서도 콘크리트궤도에서의 소음저감 대책으로 흡음블록의 설치를 고려하고 있다. 그러나 현재까지 국내에서는 흡음블록의 원재료 개발과 흡음블록의 흡음성능에 영향을 미치는 영향인자에 대한 기초 연구가 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내기술력으로 개발된 인공경량골재를 이용한 흡음블록의 설계에 있어 흡음블록의 흡음성능을 향상시키기 위한 매개변수연구를 수행하여 최근 제정된 국내 고속철도 슬래브 궤도에 적용하기 위한 흡음블록의 제품 및 설치에 관한 지침과 비교함으로써 개발된 흡음블록의 성능을 실험적으로 입증하고 흡음블록의 흡음성능을 향상시키기 위한 기초데이터를 확보하고자 하였다.

* 책임저자 : 정회원, (주)삼보기술단 철도사업부 과장, 공학석사
E-mail : lovebridge@chol.com
TEL : (02)978-6575 FAX : (02)978-6575
** 정회원, (주)삼보기술단 철도사업부 이사, 서울산업대학교 철도전문대학원 석사과정
*** 정회원, (주)삼보기술단 철도사업부 본부장
**** 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원 철도건설공학과 교수, 공학박사

2. 국내외 기술동향[1],[3]

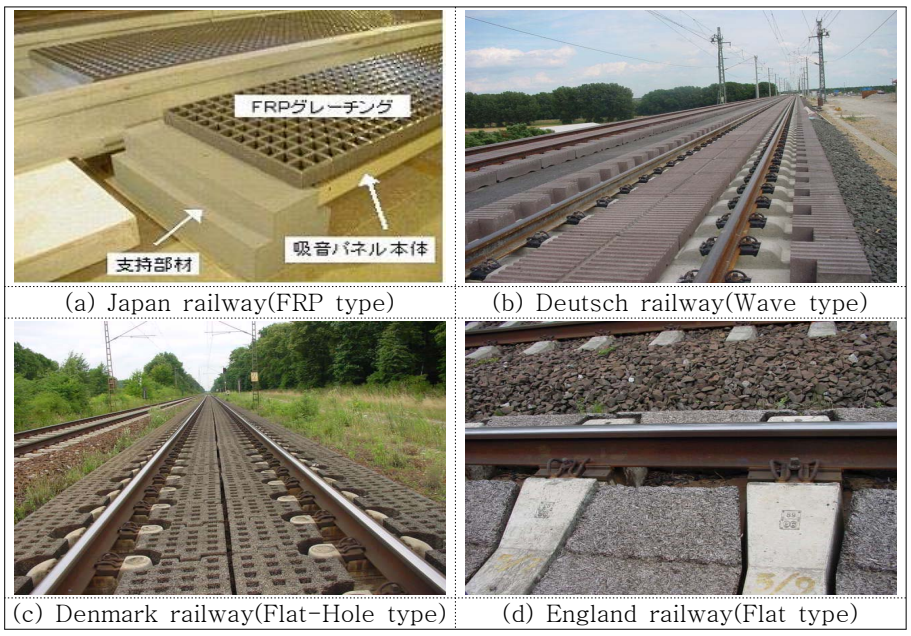
2.1 흡음블록의 개요

슬래브 도상을 통과하는 열차는 자갈도상을 통과하는 열차에 비하여 발생한 소음의 반사특성으로 인해 3dB(A)이상 높은 것으로 알려져 있다. 이에 슬래브 도상 상부에 흡음블록을 설치하여 소음의 일부를 흡수함으로써 소음레벨을 낮추는 방법이 독일 등에서 시도되어 3dB(A)이상 소음저감 목표를 달성한 것으로 보고되었다. 흡음블록은 흡음효과를 지닌 천연 또는 인공경량골재에 시멘트, 물, 자갈, 첨가제 등을 혼합하여 제작된 일종의 경량콘크리트 제품으로 볼 수 있다. 현재 알려져 있는 흡음블록은 레일사이 중앙부와 양쪽 바깥부분에 설치되며, 흡음효과를 극대화하기 위하여 콘크리트궤도의 상부표면을 흡음블록으로 최대한 덮는 것이 효과적임이 실험결과에 의하여 보고되었다.

2.2 국외 흡음블록 개발 및 적용 현황

현재 일본에서는 난소성 수지의 범위내에 인공경량골재와 프리믹스드 시멘트를 분사하여 흡음층을 형성함으로써 철도소음을 저감시키는 슬래브 궤도면용 흡음패널형식이 일반적이며 유럽의 경우에는 인공경량골재를 이용한 기포콘크리트를 개발하여 궤도의 형식(형태)에 적합한 모양으로 제작 후 슬래브 궤도면 혹은 침목과 레일사이에 삽입하는 형태로 개발, 적용되어지고 있다.

국외 선로에 설치된 흡음블록의 전경은 Fig. 1과 같다. 국외 철도선진국에서 적용하고 있는 흡음블록의 표면형태는 크게 3가지 형식으로 구분할 수 있다. Fig. 1(b)과 같이 물결모양의 요철을 흡음블록 표면에 만들어 흡음효과와 전달음의 난반사를 유도하여 음에너지를 분산시키는 형식과 Fig. 1(c)과 같이 표면의 요철은 없이 흡음블록 표면의 직각 방향으로 구멍을 뚫어 흡음블록 표면에 작용하는 입사음을 흡음블록 표면의 공극과 구멍 속에서 소산시킴으로써 소음을 저감시키는 형식이 있다. 또한 Fig. 1(d)과 같이 흡음블록 표면의 가공 없이 흡음블록 재료의 흡음성능만을 이용한 편평한 표면의 흡음블록도 사용되고 있다.



(a) Japan railway(FRP type) (b) Deutsch railway(Wave type)

(c) Denmark railway(Flat-Hole type) (d) England railway(Flat type)

Fig 1. Absorbent installation of foreign country

2.3 국내 철도소음저감 기술현황

현재 국내 철도소음저감을 위한 기술은 방음벽 설치위주의 개발에 다소 국한된 경향이 있다. 최근 계획, 건설 중인 호남고속철도의 경우 본선구간을 모두 슬래브 궤도로 설계에 적용함에 따라 슬래브 궤도의 소음저감을 위한 관심이 증대되어 다양한 경로로 도상흡음재의 개발이 이루어지고 있으나 해외 선진기술보유국의 기술보호 강화로 해당기술에 대한 노하우가 부족한 국내 자체기술력에 의존해야 하는 실정이므로 국외의 기술수준에는 미치지 못하거나 기술개발이 더딘 실정이다.

3. 이론적 배경

3.1 흡음의 메커니즘[3]

열차 주행 시 발생하는 소음을 저감하는 메커니즘은 Fig. 2와 같이 열차에서 발생되는 소음이 흡음판에 부딪히고 다시 반사되어 열차의 하부에 부딪히는 과정을 반복하면서 흡음판에서 반사되는 동안 에너지가 흡수되도록 설계가 되어 있다.

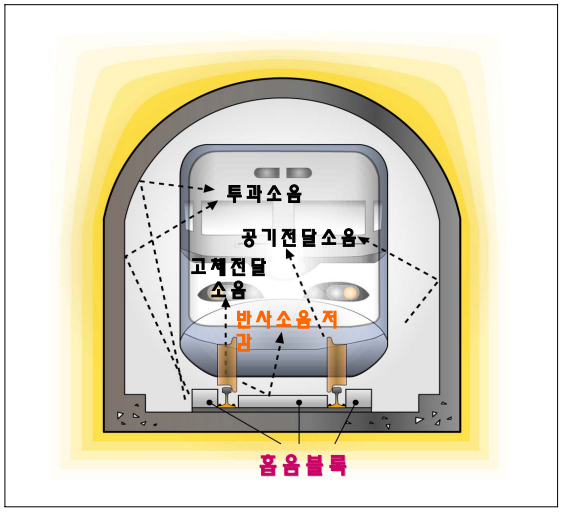
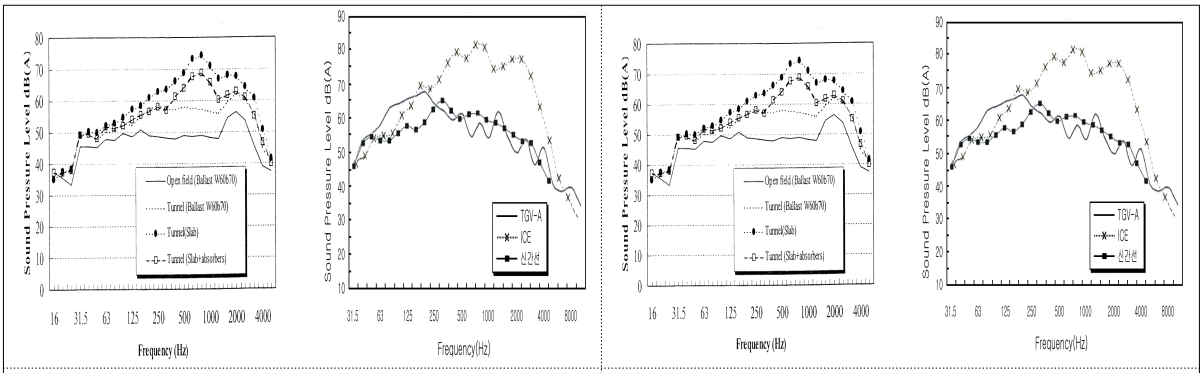


Fig 2. Propagation path of noise

기존 슬래브 궤도에서는 슬래브에서 반사된 소음이 외부로 퍼져 나가기 때문에 소음레벨이 증가하므로, 이를 흡음판 안쪽으로 계속 유지하면서 소리의 에너지를 흡수하는 방식을 갖게 된다.

흡음률은 흡음재의 가장 중요한 요소로서 잔향실 시험을 통하여 흡음률을 알 수 있으며, 현장에 부설되는 흡음블록의 흡음성능은 흡음소재의 흡음률에 의해 좌우된다고 할 수 있다. 이는 차량과 궤도에서 발생하는 주파수 대역별 소음의 저감은 주파수 대역별 흡음률과 깊은 관계가 있음을 유추할 수 있다.

Fig. 3은 차량과 궤도구간의 차이에 따른 주파수 대역별 소음의 분포를 나타내고 있다.



(a) Noise distribution for track type (b) Noise distribution for vehicle type

Fig 3. Characteristic of noise distribution for track & vehicle type

Fig. 3과 같이 궤도형식과 차량의 종류에 따라서도 소음발생경향이 상이하므로 해외 또는 국내에서

개발된 흡음블록에 대하여 흡음재의 흡음률과 현장부설 성능시험을 통해 소음저감효과에 대한 검증 과정이 요구된다. 콘크리트 슬래브 궤도가 일찍이 개발되어 오랜기간 동안 기술적 노하우가 축적된 독일에서 콘크리트궤도에 흡음블록을 적용하여 실험한 결과에 따르면 소음 저감의 효율성을 위해서는 전동소음의 흡수를 위하여 흡음층은 가능한 두껍고 넓어야 하며, 레일부에서 방사되는 소음과 차량 하부와 흡음재 사이에서 빠져나가는 소음을 최대한 차단하는 것이 효과적이며 이러한 사항이 흡음블록 설계에 반영되어야 한다.

3.2 흡음블록의 성능시험 항목 및 내용[3]

흡음블록의 주요성능은 소음을 흡수하는 것이므로 흡음블록에 사용된 흡음재에 대하여 흡음률 측정시험을 통해 흡음률이 적정한지에 대한 검증이 요구된다. 또한 콘크리트궤도에 부설될 흡음재의 완성품인 흡음블록에 대하여 요구되는 시험 외에 안정성의 확보 측면에서 일반적으로 수행되고 있는 경량콘크리트 제품으로서의 기계적 성질, 화재안전, 내마모성 등에 관한 시험이 수행되어야 한다. 최종적으로 흡음블록 완제품을 현장에 부설하여 정립된 측정조건에 의한 측정결과가 목표 저감양의 달성여부가 검증되어야 한다. 일반적으로 흡음재의 시험시편 종류와 재질의 특성이 다양하고 시험 항목은 특정한 품질에 관한 인증절차이므로, 시험기관은 결과 값에 의거하여 결과 값과 함께 성적표나 등급이 아닌 총체적인 인증평을 결론으로 제시하는 것이 바람직하다. 즉 재료적 성질, 구조적 성질 등 각각의 결과와 함께 각 분야의 특성을 연계하여 총체적인 결론을 내려야 한다. 이는 각 시험항목에 관한 결과가 흡음블록 성능검증의 궁극적 대상인 흡음율과 연계하여 판단되어지기 때문이다. 예를 들어서 다공구조의 흡음재인 경우 수분흡수도와 제품의 오염도가 음향학적 효율과 가장 직접적인 연관이 있으므로 수분흡수도, 발수도 등에 관한 시험결과와 연계하여 평가하여야 한다. 흡음블록이 실제 콘크리트궤도에 부설되어 직면하는 환경적 요소에 대한 안정성과 흡음소재의 흡음률에 대하여 다음과 같은 시험을 수행하여 규격에서 요구하는 값을 만족하여야 한다.

(1) 동결융해저항성 시험 : KSF 2456

흡음블록의 특성으로 인한 다공질에 대해서 동결융해저항성에 대한 안전성은 중요한 항목이다.

(2) 강도 시험 : KSF 2403 & 2405

외부로부터의 충격하중, 긴급상황 또는 선로 보수원의 유지보수시 도보하중에 대한 최소한의 강도를 확보해야 한다.

(3) 화재관련 시험

개활지, 교량구간 외 특히 터널구간에서 화재가 발생시 대피 등을 위해 연소성, 화염전파, 유독성 등에 대하여 안전성이 확보되어야 하며 해당공인시험규격은 다음과 같다.

항 목	해 당 시 험 규 격
연소성 시험	KS L 2531 또는 ISO 5660-1,&2
난연 시험	KS F 2271
가스유독성	BS 6853
화염전파	ISO 5658-2
※ 필요시 감독관의 허가 하에 국내·외 공인시험규격을 준용하여 추가로 시행할 수 있음	

(4) 수분흡수도 : KS F 2609

궤도에서 흡음블록의 배수성은 중요한 요소로서 이에 대한 성능을 검증해야 한다.

(5) 내충격성 : ISO 148(샤르피 충격 시험)

열차 또는 주변 환경으로 부터의 발생할 수 있는 충격에 대해서 안전성을 확보해야 한다.

(6) 전기절연성 : KS C 2603

궤도에 부설시 전기저항에 안전함을 확보하여야 한다.

(7) 흡음률 : KS F 2805

흡음블록에 사용되는 흡음재에 대하여 공인된 시험규격에 의한 결과가 200Hz~5,000Hz 대역에서 흡음률 0.8 이상이거나 저감대상 목표 차량 및 궤도에서의 소음측정 후 1/3옥타브 밴드 분석 결과와 대비하여 상위 3개 탁월주파수대역에서 흡음률 0.8 이상을 모두 만족할 때 3dB(A)이상의 저감효과가 발생할 것으로 예측된다.

4. 실내시험

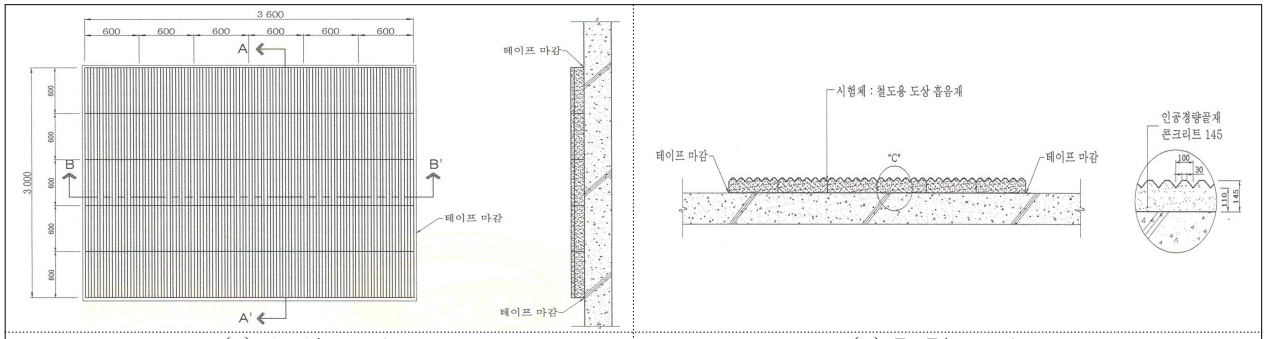
4.1 실내시험의 개요

본 연구에서 수행한 실내시험은 흡음재의 형상과 압축강도가 흡음률에 미치는 영향을 검토하기 위해 Table. 1과 Fig. 4와 같은 흡음재료(인공경량골재)를 이용하여 Fig. 5와 같이 시험체를 제작하여 잔향실 흡음률 시험과 압축강도시험 및 동결융해저항성 시험을 실시하였다.

Table. 1 Properties of absorbent material(Artificial light weight aggregate)

인공경량 골재	절대건조밀도	1.29g/㎤
	단위용적질량	0.68kg/㎤
	24시간 흡수율	1.95%
	입 도	5mm(15.7%), 2.5mm(66.2%), 1.25mm(19.1%)
시 멘 트	1종 포틀랜트 시멘트	
혼 화 제	국내 T사 결합제	
배 합 수	물	

Fig. 4. Raw absorbent material(Pre-foaming form concrete)



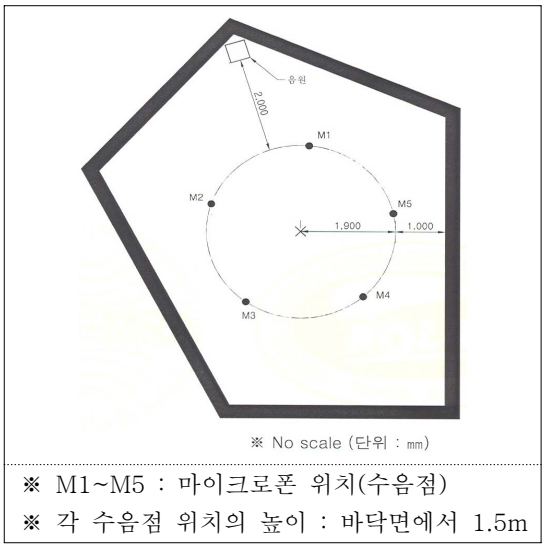
(a) A-A' section (b) B-B' section

※ Unit specimen : L 600mm × W 600mm × t 145mm, A=10.8㎡(30EA)

Fig. 5. Plane & side view of specimen's section

잔향실 시험을 위한 마이크로 폰과 시험체 준비를 비롯한 잔향실 시험실 내부의 시험배치도는 Fig. 6 ~ Fig. 7과 같다.

Fig. 6. Preparation of specimens for absorption test



※ M1~M5 : 마이크로폰 위치(수음점)

※ 각 수음점 위치의 높이 : 바닥면에서 1.5m

Fig. 7. Experimental setup of absorption

4.2 실내시험의 내용 및 방법

(1) 흡음률에 미치는 압축강도의 영향 검토[2]

철도도상은 정기적으로 물청소를 비롯하여 다양한 유지보수작업이 이루어지는 곳으로써 철도도상 흡음블록은 소정의 강도를 확보하여 이에 대한 안전성을 확보하여야 한다. 그러나 기포콘크리트를 이용한 흡음블록의 경우 흡음재의 강도를 높이기 위해 기포제사용을 최소화하여 공극 및 밀도를 조정하면 흡음률이 떨어지는 반대의 상황이 야기된다. 따라서 흡음블록의 주목적은 소음저감임을 감안하여 흡음블럭의 흡음률 기준을 만족할 수 있는 흡음재의 적정 강도를 검토하였다.

흡음률에 미치는 압축강도의 영향을 검토하고자 설계압축강도가 각각 18MPa, 21MPa 및 24MPa이 되도록 제작한 Φ10×20㎝의 공시체 6개를 대상으로 흡음률을 측정하고 시험이 끝난 시험체를 압축강도 시험기로 재하하여 시험압축강도를 산출하였다. 흡음률 시험은 설계압축강도가 각기 다른 철도용 도상 흡음재에 대하여 KS F 2805:2004(잔향실법 흡음률 측정방법)의 시험방법에 따라 흡음률을 측정

하였으며, 측정값은 24회 반복한 평균값이며, 측정주파수 범위는 1/3옥타브 밴드 중심 주파수로 100Hz~5,000Hz이다.

(2) 흡음률에 미치는 표면형상의 영향 검토

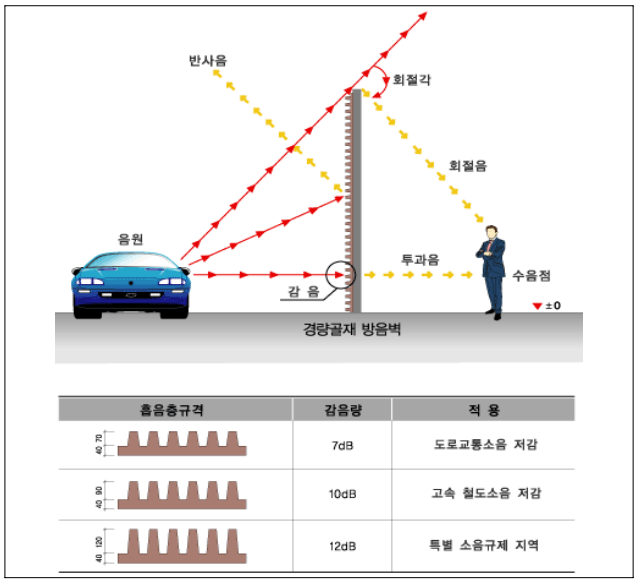


Fig. 8. Comparison between the reduction ratio of absorbent panel with various surface shape

국내외 연구결과, 소음저감을 위해 적용하는 흡음블록의 형상은 소음저감효과에 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. Fig. 8은 도로 및 철도 연변 방음벽에 사용하는 흡음재의 요철형상과 소음저감 효과에 대해 나타내고 있는 그림이다.

따라서 본 연구에서는 흡음률에 미치는 표면형상의 영향을 검토하고자 국외에서 개발되어 공용중에 있는 대표적인 슬래브 궤도용 도상 흡음블록의 형상을 바탕으로 3가지 형태의 표면형상을 갖는 흡음블록 시험체를 제작하여 잔향실 흡음률 측정시험을 수행하였다.

(3) 동결융해에 대한 저항성 검토

다공질 흡음블록의 재료적 특성을 고려하여 압축강도에 따른 동결융해저항성을 검토하고자 앞서 기술한 3가지 압축강도별 총 6개의 시험체에 대한 동결융해 시험을 수행함으로써 흡음블록의 압축강도별 동결융해저항성에 대한 안전성을 검토하였다.

4.3 결과 및 분석

(1) 흡음률에 미치는 압축강도의 영향 검토 결과

설계기준강도가 각각 18MPa, 21MPa 및 24MPa이 되도록 제작한 시험체를 대상으로 시행한 흡음률 측정시험결과와 압축강도 시험결과는 Table. 2와 같다.

Table. 2 Results of NRC & compression strength test

시료구분	시험결과(양생28일)		시험방법
	압축강도(MPa) 시험 / 설계	흡음률(%)	
C1	18.2 / 18	83	KS F 2405/KS F 2805
C2	19.5 / 18	82	KS F 2405/KS F 2805
C3	20.8 / 21	80	KS F 2405/KS F 2805
C4	21.5 / 21	78	KS F 2405/KS F 2805
C5	23.8 / 24	77	KS F 2405/KS F 2805
C6	23.9 / 24	75	KS F 2405/KS F 2805

압축강도 시험결과 시험에 적용한 시험체의 경우 측정압축강도가 설계기준강도 보다 다소 크거나 작게 나타났으나 편차가 5% 미만으로 나타나 재령28일 강도가 설계기준강도와 매우 근접하게 나타난 것

으로 분석되었다. 또한 중심 주파수 250, 500, 1,000, 2,000Hz 대역 흡음계수의 산술평균값으로 산출한 각 시험체별 흡음률(NRC의 백분율) 검토 결과 흡음재의 압축강도가 클수록 흡음률은 다소 감소하는 경향이 나타났다. 측정된 흡음률과 압축강도와의 상관관계를 Fig. 9에 나타내었다.

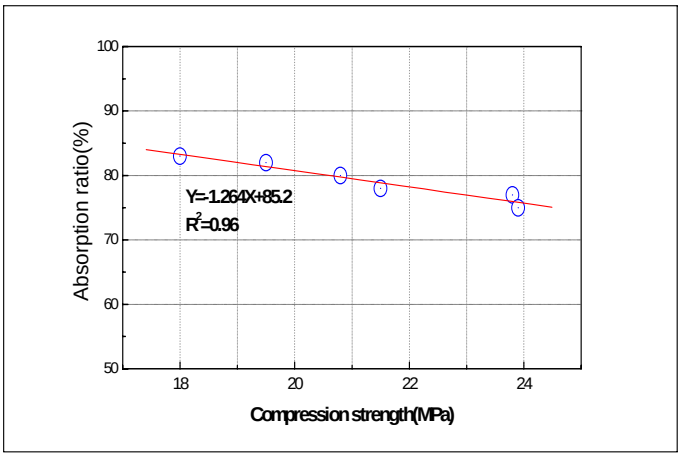


Fig. 9. Comparison between the measured absorption ratio of absorbent material with various compression strength

Fig. 9와 같이 흡음재의 압축강도가 작을수록 흡음률은 높아지는 것으로 나타났으며 이는 연속공극율의 증가에 따라 강도가 감소된 것에 기인한 것으로 흡음특성에 있어서는 연속공극이 흡음특성에 중요한 요소임을 알 수 있다.

또한 본 연구에서 적용한 시험체의 압축강도의 편차가 크지 않았음에도 불구하고 최소강도와 최대강도 시험체의 흡음률 차이가 8% 수준으로 나타나는 것으로 보아 흡음재의 강도에 따라 흡음률 성능에 큰 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단되었다.

따라서 본 연구에서 개발한 흡음재를 이용한 흡음블록의 설계에 있어서는 압축강도 21MPa 이하를 적용하는 것이 흡음블록의 공용상태에서의 안전성을 확보하고 흡음블록의 흡음률 성능시험기준에도 만족하기에 적절한 것으로 판단된다. 따라서 흡음률에 미치는 흡음블록의 표면형상에 따른 영향 검토를 위한 시험체는 설계기준강도 21MPa로 설계, 제작하여 시험에 적용하였다.

(2) 흡음률에 미치는 표면형상의 영향 검토 결과

동일한 압축강도를 갖는 흡음재료를 이용하여 흡음블럭을 제작하되 표면형상을 크게 3가지로 구분하여 표면형상이 흡음률에 미치는 영향에 대해 검토하였다. 표면형상별 시험체의 구분은 Fig. 10과 같이 표면에 물결모양의 요철과 함께 수직방향 홀을 만든 S1과 표면에 요철 없이 홀만 뚫은 S2, 그리고 표면이 평평한 S3으로 구분하여 제작하였다. 또한 서울메트로 선로에서 운영되고 있는 콘크리트 궤도시스템 중 영단형 궤도를 선정(Draft)하여 설계한 흡음블럭의 3차원 설치 형상은 Fig. 10(d)과 같다.

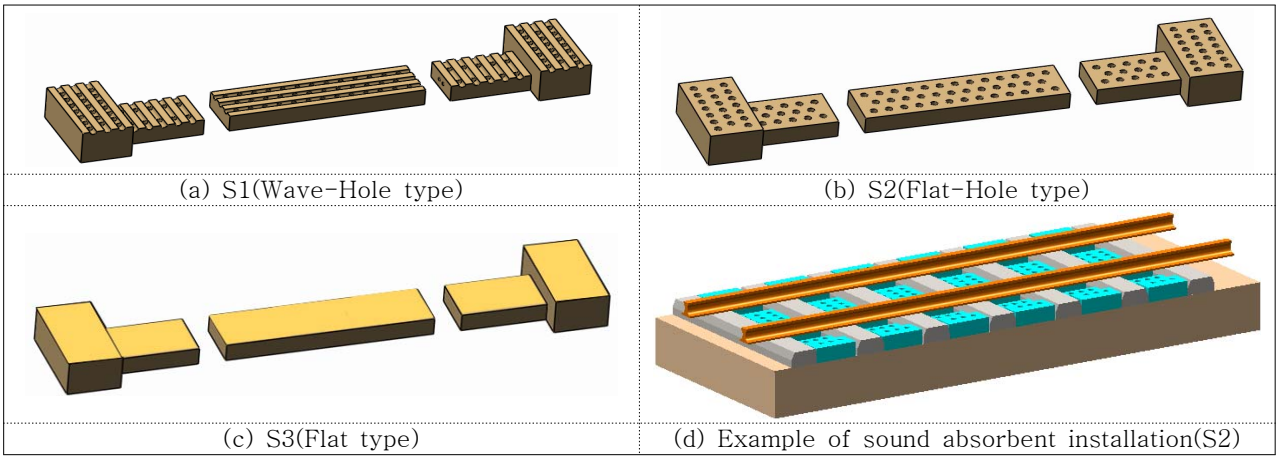
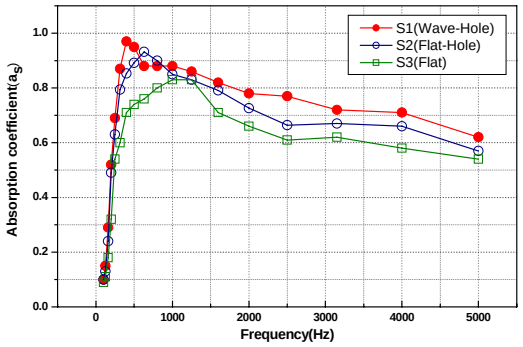


Fig 10. 3D view of sound absorbent product(Draft)

표면형상별 흡음률 시험결과, Fig. 11과 같이 S1시험체의 경우가 중심 주파수 315~1,600Hz 대역 흡음계수가 모두 0.8을 만족하는 것으로 나타났으며 S2는 400~1,250Hz, S3는 800~1,250H 대역에서의 흡음계수가 0.8을 만족하는 것으로 나타났다. 따라서 표면형상에 요철을 만듦으로써 약 0.06의 NRC를 높일 수 있으며 흡음가능한 중심주파수 또한 저주파수 대역으로 넓힐 수 있는 것으로 분석되었다. 또한 표면형상이 단순할수록 흡음가능주파수 대역에 큰 제약을 받을 수 있을 것으로 분석되었다.



(a) Measured absorption coefficient (different surface type)

freq. (Hz)	S1	S2	S3	freq. (Hz)	S1	S2	S3
100	0.10	0.10	0.09	800	0.88	0.90	0.80
125	0.15	0.13	0.11	1000	0.88	0.85	0.83
160	0.29	0.24	0.18	1250	0.86	0.83	0.83
200	0.52	0.49	0.32	1600	0.82	0.79	0.71
250	0.69	0.63	0.54	2000	0.78	0.73	0.66
315	0.87	0.79	0.60	2500	0.77	0.66	0.61
400	0.97	0.85	0.71	3150	0.72	0.67	0.62
500	0.95	0.89	0.74	4000	0.71	0.66	0.58
630	0.88	0.93	0.76	5000	0.62	0.57	0.54

(b) Results table of measured absorption coefficient

Fig 11. Measured absorption coefficient of each specimen

또한 중심 주파수 250, 500, 1,000, 2,000Hz 대역 흡음계수의 산술평균값으로 산출한 각 시험체별 흡음률(NRC의 백분율) 검토 결과, Table.3과 같이 표면에 요철과 홀을 만든 시험체에서 가장 높은 흡음률이 나타났으며 표면형상이 단순할수록 흡음률은 작아지는 경향이 나타났다.

Table. 3 Results of NRC(Noise Reduction Coefficient) test

구 분	Specimen type		
	S1(Wave-Hole)	S2(Flat-Hole)	S3(Flat)
250Hz	0.69	0.63	0.54
500Hz	0.95	0.89	0.74
1,000Hz	0.88	0.85	0.83
2,000Hz	0.78	0.73	0.66
NRC	0.83	0.77	0.69

※ 실내온도 : 22.8℃, 상대습도 : 75%RH

(3) 동결융해에 대한 저항성 검토 결과

다공질 흡음블록의 재료적 특성을 고려하여 압축강도에 따른 동결융해저항성을 검토하고자 앞서 기술한 3가지 압축강도별(18, 21, 24MPa) 총 6개의 시험체에 대한 동결융해 시험을 수행한 결과, Table. 4와 같이 모든 시험결과치가 80이상으로 나타나 본 연구에서 적용한 인공경량골재는 동결융해 저항성에 대한 안전성을 만족하는 것으로 나타났다.

Table. 4 Results of freezing & fusion resistance test
(relative dynamic elasticity modulus : 200cycle)

시료구분	결과치	단위	시험방법
C1	83	%	KS F 2456 : 2003
C2	81	%	KS F 2456 : 2003
C3	80	%	KS F 2456 : 2003
C4	84	%	KS F 2456 : 2003
C5	82	%	KS F 2456 : 2003
C6	80	%	KS F 2456 : 2003

5. 결 론

인공경량골재를 이용한 흡음블록의 흡음성능에 영향을 미치는 영향인자 분석을 위한 실내시험을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 흡음률에 미치는 압축강도의 영향 검토 결과, 흡음재의 압축강도가 작을수록 흡음률은 높아지는 것으로 나타났으며 이는 연속공극율의 증가에 따라 강도가 감소된 것에 기인한 것으로 흡음특성에 있어서는 연속공극이 흡음특성에 중요한 요소임을 알 수 있다.

2. 흡음률에 미치는 표면형상의 영향 검토 결과, 표면형상에 요철과 홀을 만듦으로써 NRC를 높일 수 있으며 흡음가능한 중심주파수 또한 저주파수 대역으로 넓힐 수 있는 것으로 분석되었다. 또한 표면형상이 단순할수록 흡음효과를 비롯한 흡음가능주파수 대역에 큰 제약을 받을 수 있을 것으로 분석되었다.

3. 다공질 흡음블록의 재료적 특성을 고려하여 압축강도에 따른 동결융해저항성을 검토한 결과, 3가지 압축강도별(18, 21, 24MPa) 총 6개의 시험체에 대한 동결융해 시험결과치가 모두 기준을 만족하여 본 연구에서 적용한 인공경량골재는 동결융해저항성에 대한 안전성을 만족하는 것으로 나타났다.

6. 향후연구과제

본 연구에서 개발한 인공경량골재를 이용한 흡음블럭을 실 운행선로(콘크리트궤도)에 설치하여 정량적인 운행선 소음저감효과 파악을 위한 현장실험이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 터널내부 소음저감을 위한 흡음재 요구성능에 관한 연구, 한국철도학회 2003 추계학술대회, 조준호 외4인
2. 연속공극을 갖는 기포콘크리트의 흡음특성에 관한 연구, 계명대학교 석사학위논문, 1999, 박정준
3. 호남고속철도 설계관련 연구용역, 한국철도기술연구원, 2007
4. 재생자원을 이용한 흡음재의 흡음특성에 관한 연구, 선문대학교 석사학위논문, 2001, 이주민